



Facultad de Veterinaria
Universidad Zaragoza



Trabajo Fin de

Autor/es

Director/es

Facultad de Veterinaria

ÍNDICE

1. Resumen	1
Abstract	2
2. Introducción	3
2.1 La granada	3
2.1.1 Taxonomía	4
2.2 Producción y consumo a nivel mundial y nacional	4
2.3 Parámetros de calidad del fruto y compuestos de interés	4
2.4 Innovaciones agronómicas en el cultivo del granado	6
3. Justificación y objetivos	8
4. Metodología	8
5. Resultados y discusión	12
5.1 Utilización de mallas de sombreado en campo	12
5.2 Estrategias basadas en la aplicación de un régimen de riego deficitario controlado	14
5.3 Aplicación de elicitores en precosecha	15
5.4 Otras técnicas	17
6. Conclusiones	26
Conclusions	27
7. Valoración personal	28
8. Bibliografía	29

1. RESUMEN

La granada (*Punica granatum* L.) es un cultivo con una importante extensión y gran potencial en algunas zonas de España, principalmente en la Comunidad Valenciana. La calidad de la granada depende estrechamente de las prácticas precosecha empleadas, y está asociada a factores como el color del fruto, la cantidad de antocianinas, el contenido en sólidos solubles o °Brix, y la presencia de daños externos en el fruto.

Este Trabajo de Fin de Grado tiene como objetivo recopilar y analizar información actualizada acerca de los estudios científicos relacionados con el efecto de las diferentes estrategias aplicadas en campo sobre diferentes parámetros de calidad de la granada, ya sea evaluando parámetros físico-químicos, nutricionales o de rendimiento y producción. Para ello, a través de la búsqueda realizada en cuatro bases de datos científicas, se han seleccionado aquellos estudios publicados en castellano y/o inglés y relacionados con el tema de interés. Con la información recopilada, se ha llevado a cabo un análisis y comparación de los resultados más relevantes en la materia.

Las 34 publicaciones científicas incluidas en el presente Trabajo Fin de Grado describen y discuten el efecto de las diferentes técnicas precosecha sobre la calidad de la granada. Entre estas estrategias se incluye el riego deficitario controlado, la utilización de mallas de sombreo u otro tipo de herramientas de protección del fruto (embolsado), así como la aplicación de elicitores. Aunque en la mayoría de los casos se ha comprobado una influencia significativa de muchas de ellas sobre la productividad del cultivo y sobre la calidad del fruto en términos de mejora del color, aumento del peso/fruto y contenido en compuestos antioxidantes, se concluye que la técnica de riego deficitario controlado, junto a la aplicación de elicitores en campo son las dos estrategias más ampliamente utilizadas en el cultivo del granado.

ABSTRACT

The pomegranate (*Punica granatum* L.) is a crop with an important extension and great potential in some areas of Spain, mainly in the Valencian Community. The quality of the pomegranate depends closely on the pre-harvest techniques applied, and it is associated with factors such as the fruit color, anthocyanins quantity, the content of soluble solids or °Brix, and the presence of external damage to the fruit.

This Final Degree Project aims to collect and analyze updated information of the scientific studies related to the effect of the different strategies applied in yield on different quality parameters of the pomegranate, whether evaluating physical-chemical, nutritional or efficiency and production. For this, through the research carried out in four scientific databases, those studies published in spanish and/or english and related to the topic of interest have been selected. With the information collected, an analysis and comparison of the most relevant results have been carried out.

The 34 scientific publications included in this Final Degree Project describe and discuss the effect of the different pre-harvest techniques on pomegranate quality. These strategies include controlled deficit irrigation, the use of shading nets or other types of fruit protection tools (bagging), as well as the application of elicitors. Although in most cases a significant influence of many of them on the productivity of the crop and on the fruit quality has been proven in terms of improvement in color, increase in weight/fruit and antioxidant compounds content, it is concluded that the controlled deficit irrigation technique, together with the application of elicitors in the field, are the two most widely used strategies in pomegranate cultivation.

2. INTRODUCCIÓN

2.1 LA GRANADA

El granado es un árbol caducifolio, con porte arbustivo, una altura de 3 a 8 metros y el tronco retorcido. Además, tiene una madera dura y corteza escamosa de color grisáceo. Su fruto es la granada y posee flores y hojas, las cuales son de color verde brillante con peciolo corto y ligeramente correosas. Las flores (Imagen 1) destacan por ser grandes, de color rojo brillante y lustrosas, acampanadas, con 5-8 pétalos y sépalos, persistiendo el cáliz en el fruto. Suele florecer entre mayo y julio, aunque algunas variedades lo hacen más tarde (InfoAgro, 2019).



Imagen 1. Flor del granado (Fuente: M'henni, 2015)

El fruto es una baya globosa denominada balausta y suele ser de color rojo brillante, aunque también puede ser verde, amarilla, blanca o violeta. Cuando madura puede llegar a tener de 5 a 8 centímetros de diámetro y se encuentra coronada por el cáliz y llena de semillas, además posee una cáscara coriácea. Las semillas son angulares y duras por dentro, la capa externa de estas está recubierta por una capa delgada o pulpa jugosa, roja, rosa o blanco amarillenta y que tiene un sabor astringente, ácido o subácido.



Imagen 2. Fruto del granado y sus semillas (Fuente: Calín A. y Carbonell A., 2011)

2.1.1 Taxonomía

La granada pertenece a la familia *Punicaceae*, la cual está formada por un sólo género, *Punica*, y por dos especies: *P. protopunica* Balf y *P. granatum* L. Esta es originaria del sur de Asia y sureste de Europa. La especie más conocida de la familia es *Punica granatum* L., el conocido como granado o granadero. *P. protopunica* Balf es conocida como la granada de Socotra, esta es una especie endémica y aislada que se encuentra únicamente en el archipiélago de Socotra al noroeste del océano Índico, y se le considera el antepasado de la granada (Guerrero-Solano et al., 2020).

2.2 PRODUCCIÓN Y CONSUMO A NIVEL MUNDIAL Y NACIONAL

A nivel mundial, se estima que el cultivo del granado ocupa un total de 835.950 hectáreas con una producción total de 8,1 millones de toneladas de fruta (una media de 9,69 por hectárea). La India es el mayor productor de granada a nivel mundial, con casi 3 millones de toneladas producidas en un total de 262.00 hectáreas. En segundo y tercer lugar como mayores productores, se encuentran China e Irán. Por otra parte, España en el año 2021 tuvo una producción de granada de 84.477 toneladas, siendo la mayor productora la Comunidad Valenciana. En Aragón, la producción es de 2.263 toneladas, lo que supone 2,68% de la producción total en España (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA), 2021).

Respecto al consumo de granada a nivel mundial, estos datos varían según el país, pero la mayoría de estos destinan toda su producción para consumo propio mientras que otros países como Israel tienen un consumo muy elevado con unos datos per cápita de 0,5 kg al año (Mira S., 2019). Mientras que no se han encontrado datos exactos de consumo en España, si se sabe que la campaña ha disminuido un 30% debido a las altas temperaturas sufridas durante el período de floración (FreshPlaza,2022).

2.3 PARÁMETROS DE CALIDAD DEL FRUTO Y COMPUESTOS DE INTERÉS

Hasta hace unos años, los esfuerzos en investigación y desarrollo en el sector frutícola se encaminaron a optimizar la producción desde un punto de vista cuantitativo. Sin embargo, actualmente, la existencia de excedentes de producción y la excesiva competencia ha propiciado un cambio de mentalidad en el que se prima la calidad por encima de la cantidad. Por ese motivo, el control de calidad del fruto está adquiriendo una importancia capital. Además, se trata de una actividad que, lejos de ser puntual, se integra cada vez más en todo el proceso productivo, abarcando desde el inicio de la producción hasta la distribución del producto final en los mercados de consumo.

Con el objetivo de satisfacer las exigencias de calidad nutricional y sensorial de los consumidores, el conocimiento de los procesos de maduración constituye un soporte científico indispensable para el manejo de la calidad de la fruta. La calidad organoléptica de los productos hortofrutícolas se desarrolla durante el proceso de maduración, sin embargo, el tiempo durante el cual el fruto mantiene una calidad óptima es efímero. Tras la maduración y durante la senescencia se produce una degradación de las características organolépticas y nutricionales. En general, la calidad de fruto se entiende como la ausencia de defectos o grado de excelencia.

En el caso de la granada hay disponibles varias normas internacionales que fijan unos estándares de calidad para los frutos comercializados:

- Standard FFV-64 concerning the marketing and commercial quality control of pomegranates (UNECE, 2021)
- International standards for fruit and vegetables: Pomegranate (OECD, 2014)
- Codex Stan 310-2013: Norma para la granada

En todas ellas se estipulan unos requisitos mínimos de los frutos para que sean comercializables, que cumplan criterios determinados de maduración e higiene, así como las características y tolerancias permitidas para clasificar los frutos en cada una de las categorías de calidad diferenciadas (extra, I y II). Finalmente, también contemplan aspectos relacionados con el embalaje, etiquetado y presentación del producto al consumidor final.

En los últimos años, debido al creciente interés del consumidor por incorporar alimentos a su dieta que contribuyan a mejorar su salud, el número de investigaciones relacionadas con el estudio composicional de las frutas ha ido claramente en aumento. La granada destaca por su elevado contenido en compuestos antioxidantes, siendo las sustancias fenólicas, incluidas las antocianinas, las principales responsables de sus propiedades antioxidantes (Zarfeshany et al., 2014). Han sido varios los autores que han demostrado que la granada presenta un elevado contenido de flavonoides (García-Viguera, 2004), antocianinas (García-Viguera, 2004), ácido punícico, elagitaninos, alcaloides, y también un perfil de azúcares característico (fructosa, sacarosa, glucosa), ácidos orgánicos simples y otros componentes (Griñán et al., 2018). Además, tiene propiedades antiaterogénicas, antihipertensivas y antiinflamatorias, que pueden resultar beneficiosas para la salud (García-Viguera, 2004). Algunos trabajos han demostrado además la influencia del grado de madurez con el que es recolectado el fruto sobre su concentración en compuestos bioactivos, concretamente el contenido de fenoles. Se ha comprobado además que la concentración de estos compuestos también varía en función de la variedad (Quiñones, Miguel y Aleixandre, 2012) e incluso de las condiciones de cultivo y los factores ambientales (Volschenk, 2021).

Los compuestos fenólicos son compuestos bioactivos que comprenden un grupo muy variado de metabolitos secundarios presentes en la mayoría de plantas. En la granada se encuentran en una elevada concentración (aprox. 83 mg/100 g de porción comestible o 250 mg/100 mL), comparable a la del vino tinto (valores medios de 203 mg/100 mL) y muy superior a la del té verde (aprox. 103 mg/100 mL), tan apreciado hoy día por su capacidad antioxidante (Base de Datos Española de Composición de Alimentos (BEDCA), 2023).

Muchos estudios han demostrado que esta familia de flavonoides puede tener potencial para reducir la incidencia de enfermedades cardiovasculares, el cáncer, la hiperlipidemia y otras enfermedades crónicas, a través de la ingesta de alimentos con alto contenido de antocianinas.

Dentro de esta fracción fenólica, además de los antocianos que son el grupo mayoritario, también podemos encontrar elagitaninos y otros taninos hidrolizables (García-Viguera, 2004).

El alto contenido en agua y potasio y baja concentración de sodio de la granada, le confieren propiedades diuréticas y depurativas, lo que unido a su concentración en ácido cítrico hace que se favorezca la eliminación de ácido úrico y sus sales a través de la orina, por lo que su consumo es muy adecuado en caso de padecer gota, litiasis renal por sales de ácido úrico, obesidad o hipertensión. También es importante su papel astringente y antiinflamatorio, debido a la presencia de taninos, y presenta cualidades antisépticas y antiinflamatorias debidas a la presencia de los ácidos cítrico y málico (BEDCA, 2023).

2.4 INNOVACIONES AGRONÓMICAS EN EL CULTIVO DEL GRANADO

La aplicación de técnicas agronómicas innovadoras es una de las claves para la optimización de la agricultura en el futuro. Estas se centran principalmente en el aumento de la productividad y de la calidad del fruto. Algunas de las técnicas más empleadas son el uso de mallas de sombreo, el riego deficitario controlado o el uso de elicitores u otro tipo de hormonas.

Con las mallas de sombreo de distintos colores, se pretende conseguir una reducción del gasto hídrico y proteger al fruto frente a una excesiva insolación. En el caso concreto de la granada, el uso de mallas es una estrategia que ayuda a mejorar la calidad externa del fruto ya que disminuye la incidencia de quemaduras; el agrietamiento u otro tipo de desórdenes. Con este tipo de técnica la radiación solar es más uniforme, se reduce la temperatura que rodea al árbol y además el gasto hídrico asociado es menor (Volschenk, 2021). Algunos autores han comprobado un efecto positivo sobre la vitalidad del dosel, sobre la eficacia fotosintética y sobre la calidad del fruto (Parvizi and Sepaskhah, 2016). También se ha demostrado una influencia significativa sobre el tamaño y calibre

(Volschenk, 2021), así como sobre la ventana de recolección, que consigue alargarse respecto a fincas sin cobertura. Otros han observado una mejora en la productividad y un mejor control del crecimiento de malas hierbas (Galindo et al., 2017; Tarantino et al., 2020).

Otra de las técnicas agronómicas que vienen aplicándose en los últimos años es la aplicación de un riego deficitario controlado (RDC). El riego deficitario controlado es una técnica agronómica aplicada en el cultivo de frutales que consiste en imponer períodos de déficit hídrico en determinados momentos de desarrollo de la planta. Se define generalmente como una práctica de riego por la que un cultivo se riega con una cantidad de agua inferior a la necesaria para el crecimiento óptimo de la planta. El RDC se define en 5 niveles (Chai et al, 2015):

1. Déficit hídrico grave: el agua del suelo es inferior al 50 % de la capacidad del campo.
2. Déficit hídrico moderado: el agua del suelo se mantiene entre el 50 a 60 % de la capacidad del campo.
3. Déficit hídrico leve: el agua del suelo se mantiene entre el 60 y el 70 % de la capacidad del campo.
4. Sin déficit o riego completo: el agua del suelo suele ser superior al 70 % de la capacidad del campo.
5. Riego excesivo: la cantidad de agua regada puede ser superior a la que las plantas necesitarían para un crecimiento óptimo.

En el caso de la granada esta técnica es especialmente apropiada debido a la elevada resistencia del cultivo a un menor aporte de agua. Diferentes investigaciones han demostrado que puede tener efectos positivos sobre la calidad de la fruta asociados principalmente a un aumento de la cantidad de sólidos solubles (Tarantino et al., 2020), y a un color más uniforme del fruto (Laribi et al., 2013). Además, se ha comprobado la existencia de posibles desequilibrios nutricionales y una disminución de la pérdida de agua de los frutos.

Por último, además del uso de mallas de cobertura y de técnicas como el RDC, en los últimos años se ha comprobado la eficacia de diferentes tratamientos de origen químico, destacando los basados en el uso de elicitores y tratamientos hormonales. La aplicación precosecha de elicitores como herramienta para mantener la calidad de los productos vegetales ha despertado un gran interés entre la comunidad científica. Diferentes estudios han concluido que la aplicación de ácido ascórbico, ácido giberélico o melatonina tienen un papel importante en la regulación del crecimiento de la planta y en el aumento de sus defensas ante situaciones de estrés abiótico y biótico (Serrano y Valero, 2022). En otros cultivos como el cerezo tiene una repercusión sobre la tasa respiratoria, firmeza, contenido en compuestos bioactivos, así como sobre la actividad antioxidante química y

enzimática (Xu et al., 2019; Carrión-Antolí et al., 2022). De igual modo, aplicaciones de ácido oxálico (AO) entre 0,5 y 2 mM en precosecha en cereza han dado lugar a un incremento en el tamaño y en el contenido de compuestos bioactivos (Martínez-Esplá et al., 2014). Estos elicitores son producidos de forma natural por la planta, pero en pequeñas concentraciones, es por ello que se necesita la aplicación exógena de estas sustancias.

3. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS

La granada (*Punica granatum* L.) es un cultivo con una importante extensión y gran potencial en algunas zonas de España, principalmente en la Comunidad Valenciana, aunque en los últimos años en Aragón (zona del Cinca Medio) el número de plantaciones va claramente en aumento.

La aceptación de los nuevos cultivos por parte del consumidor, así como la apertura de nuevos mercados, depende principalmente de la calidad comercial de la fruta, la cual se ve influenciada por distintos factores, entre los que destacan las condiciones edafoclimáticas, el manejo del cultivo y las diferentes prácticas agronómicas empleadas, así como las condiciones de almacenamiento y conservación postcosecha. En los últimos años el número de investigaciones relacionadas con la aplicación de diferentes técnicas de campo, así como la aplicación de distintos tipos de tratamientos precosecha, ya sean de origen sintético como biológico, sobre los diferentes tipos de cultivo ha ido claramente en aumento. En el caso del cultivo de granada, el riego deficitario, el uso de mallas de sombreo, así como la aplicación de elicitores en campo han sido las técnicas más empleadas.

El objetivo del Trabajo de Fin de Grado que se presenta es recopilar y analizar información actualizada acerca de aquellas investigaciones relacionadas con el efecto de las diferentes estrategias aplicadas en campo sobre diferentes parámetros de calidad de la granada, ya sea parámetros físico-químicos, nutricionales o de rendimiento y producción.

4. METODOLOGÍA

En este apartado se explica cómo se llevó a cabo la búsqueda bibliográfica para alcanzar los objetivos previamente fijados. La primera fase fue la fijación de los términos de búsqueda, que fueron en su mayoría frases o palabras claves. En primer lugar, para la búsqueda se empleó la herramienta Google Scholar incluyendo una frase resumen sobre el tema, tanto en inglés como en español, y anotándose posteriormente el número de resultados que se obtenían en cada caso. A

continuación, se indican las palabras clave empleadas, así como el número de resultados obtenidos en cada caso:

Búsqueda en español: Tratamientos pre-cosecha *Punica granatum* L. calidad → 26 resultados

Tratamientos *Punica granatum* L. calidad → 1330

Punica granatum L. calidad precosecha → 220

Búsqueda en inglés: Treatments pre harvest pomegranate quality → 17700 resultados

Agriculture practices pomegranate quality → 17300 resultados

Punica granatum L. pre harvest quality → 9990 resultados

A partir de esta primera búsqueda general, concluimos que la búsqueda en inglés aporta un mayor número de resultados, por lo que para el resto de la búsqueda se decidió trabajar únicamente en este idioma.

La segunda etapa fue seleccionar diferentes fuentes bibliográficas secundarias. Siguiendo la recomendación de los directores del Trabajo de Fin de Grado, se eligieron las siguientes fuentes:

- **Sciencedirect** es una base de datos que pertenece al grupo Elsevier. Combina publicaciones científicas, publicaciones técnicas y publicaciones de salud autorizadas y de texto completo con una funcionalidad inteligente e intuitiva para que los usuarios puedan mantenerse informados en sus campos y puedan trabajar de manera más efectiva y eficiente. Con revistas, libros y contenido de referencia de alta calidad, alberga más de 12 millones de piezas de contenido de 3500 revistas académicas y 34 000 libros electrónicos.
- **Web of Science**, propiedad de la empresa Clarivate Analytics, es la colección de bases de datos de referencias bibliográficas y citas de publicaciones periódicas que recogen información desde 1900 a la actualidad.
- **Pubmed** es una base de datos, de acceso libre y especializada en ciencias de la salud, con más de 19 millones de referencias bibliográficas. No solo permite ejecutar búsquedas sencillas sino también consultas más complejas mediante las funciones de búsqueda por campos, con términos MeSH o con límites. Los resultados de dichas búsquedas pueden guardarse con diferentes herramientas y mostrarse según diferentes formatos.

- **Alcorze** buscador que permite buscar a la vez en los recursos de información de la BUZ, tanto de fuentes internas (catálogo de la biblioteca, repositorio institucional Zaguán, Lista AtoZ...) como externas (bases de datos), en formato impreso o electrónico. También, permite localizar publicaciones en acceso abierto. Se encuentra en funcionamiento desde el año 2013.

Para llevar a cabo las búsquedas en dichas bases de datos, se utilizó en todos los casos la herramienta de búsqueda avanzada, la cual permite especificar y concretar las búsquedas en unos parámetros determinados. Como se indica en la **Tabla 1**, se utilizaron diferentes combinaciones de términos y también combinaciones con distintos operadores: AND (que estén presentes todas las palabras indicadas) y OR (que esté presente alguna palabra). Asimismo, se limitó la fecha de publicación a los últimos 10 años (2012-2023) y el idioma (inglés).

Una vez aplicados los criterios anteriores se analizaron y evaluaron los resultados obtenidos, para comprobar si la incorporación de operadores y/o el uso de distintos términos, conseguía reducir el número de resultados obtenidos. De esta forma, se consiguió descartar aquellos que no resultaban de gran interés para nuestro estudio, pero sin dejar fuera aquellos que podían resultar relevantes. En la siguiente tabla, se muestra el resultado de la combinación de diferentes combinaciones y/o la incorporación de conectores.

Tabla 1. Resultados obtenidos (números de artículos) tras la búsqueda con diferentes combinaciones y operadores.

Palabras	Web of Science	Science direct	Pubmed	Alcorze
Pomegranate OR <i>Punica granatum</i> L.	7.416	2.391	3.512	42.755
Pomegranate	7.150	2.083	3.390	40.019
<i>Punica granatum</i> L.	2.043	733	982	12.102
<i>Punica granatum</i> L. AND quality	538	367	150	1.731
<i>Punica granatum</i> L. AND quality AND preharvest	16	3	3	17
<i>Punica granatum</i> L. AND preharvest treatments	13	2	4	10
Pomegranate AND deficit irrigation OR water stress	8.446	157.977	113.115	382.834
Pomegranate AND water stress	192	810	71	448

Pomegranate AND deficit irrigation	62	34	14	209
Pomegranate AND elicitors	4	154	2	5
Pomegranate AND chemical components	156	1.181	78	501

El número de artículos encontrados usando como término de búsqueda “Pomegranate or *Punica granatum* L.” era demasiado elevado, por lo que se debía reducir el rango de búsqueda. Primero, se procedió a la búsqueda de cada uno de los términos por separado, viendo que de ese modo se conseguía disminuir el número de resultados. Así, se continuó la mayoría de las búsquedas únicamente con el nombre científico. Posteriormente, se introdujeron los conectores “AND” y “OR” para que el buscador seleccionara todos los artículos de *Punica granatum* L. relacionados con nuestros distintos puntos de interés. Al ir añadiendo términos específicos como “quality”, “water stress” y “preharvest treatments” y a su vez ir combinándolos con los distintos conectores, se observó una mejora en la obtención de resultados y una reducción en su número, que facilita el manejo de los mismos.

Respecto a la búsqueda general, se aplicaron ciertos criterios para la eliminación de artículos a primera vista como que en sus títulos contuviesen términos referidos a genética, que estuviesen centrado en efectos sobre la salud o que no contuviese ni “pomegranate” o “*Punica granatum* L.” en el título. Para pasar de la búsqueda general a los artículos seleccionados, se realizó una búsqueda con términos específicos y se seleccionó aquellos artículos que mencionan medidas de parámetros de calidad como el tamaño, color, contenido o capacidad antioxidante total, °Brix, etc. Además, nos quedamos con aquellos que contemplan los resultados obtenidos respecto a estos parámetros en función de la técnica agronómica empleada.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como se ha indicado anteriormente, el objetivo de este trabajo es recopilar y analizar información actualizada acerca del efecto de diferentes técnicas agronómicas o tratamientos aplicados en campo, que puedan ser potencialmente aplicables sobre la calidad de la granada (**Tabla 2**). Para ello, se ha profundizado en la relevancia y el efecto de cada una de estas técnicas agrícolas empleadas durante el cultivo de la granada, así como su influencia sobre diferentes parámetros de rendimiento y calidad de fruto, sobre la susceptibilidad al desarrollo de diferentes desórdenes fisiológicos o sobre el contenido en compuestos de interés nutricional.

Tabla 2. Estudios incluidos en la revisión bibliográfica y clasificados en función de la tecnología precosecha estudiada.

Uso de mallas de sombreo	Riego deficitario	Uso de elicitores	Otras técnicas
Manja y Aoun, 2019	Galindo et al., 2017	El-all & Fouad, 2019	Gethe et al., 2021
Mditshwa et al., 2016	Laribi et al., 2013	Serrano y Valero, 2022	Griñán et al., 2018
Meena et al., 2016	Volschenk, 2021	García-Pastor et al., 2019	Sarkomi et al., 2019
Moradi et al., 2022	Centofati et al., 2017	García-Pastor et al., 2020a	Shlomo, 2015
	Selahvarzi et al., 2017	García-Pastor et al., 2020b	Legua et al., 2022
	Mellisho et al., 2012	García-Pastor et al., 2020c	Tarabih, 2020
	Parvizi and Sepaskhah, 2016	Lalithya et al., 2013	Sharma, Datta & Varghese, 2018
	Okba et al., 2012	Asghari, Merrikhi & Kavosi, 2020	Khalil y Aly, 2013
	Almutairi et al., 2021	Hussein et al., 2023	
	Fialho et al., 2021	Saba & Zarei, 2019	
	Tarantino et al., 2020		
	Abdel-Sattar et al., 2021		

5.1. Utilización de mallas de sombreo en campo

Determinar el efecto de varios tipos de mallas de sombreo como las mallas fotoselectivas en la calidad del fruto puede ser muy complejo, especialmente si se consideran también factores importantes como la temperatura, la humedad relativa o la cantidad de la luz. Algunas investigaciones han comprobado que su uso reduce la incidencia de desórdenes fisiológicos en el fruto como pueden ser las quemaduras por el sol, además de reducir la incidencia de algunas enfermedades (Manja y Aoun, 2019).

Manja y Aoun (2019) y Mditshwa et al. (2016) destacan el efecto protector de las mallas de sombreo frente a condiciones medioambientales adversas como el viento. Esto es muy importante ya que, en regiones ventosas, las mallas pueden contrarrestar la velocidad del viento, disminuyendo así sus efectos negativos sobre el cultivo. Además, destaca su capacidad para reducir la aparición de quemaduras solares (relacionadas con fluctuaciones en la temperatura ambiente), cuya presencia reduce de forma importante el valor comercial de la fruta (Manja y Aoun, 2019). Las mallas de sombreo modifican la incidencia de la luz solar provocando su dispersión y alterando su composición química. Por ejemplo, Manja y Aoun (2019) comprobaron que las mallas de sombreo de color negro, no modifican la cantidad de radiación, pero sí disminuyen su intensidad sin afectar a la calidad, por lo que resultan favorables para el desarrollo del cultivo. En este trabajo, los autores comprobaron que la incidencia de quemaduras por sol se vio reducida en un 3,2% (Meena et al., 2016).

En cuanto al rendimiento del cultivo han sido varios los autores que han comprobado un efecto positivo del uso de diferentes tipos de coberturas en campo. Mditshwa et al. (2016) demostraron que mallas de color blanco al 20% y transparentes al 30%, permitieron incrementar el tamaño de los frutos en un 23%. Estos resultados concuerdan con otros estudios (Manja y Aoun, 2019) en los que se comprobó que con el uso de mallas se conseguía un menor uso de agua y una menor intensidad solar, que influyeron además de forma positiva sobre el tamaño del fruto, obteniendo granadas de mayor calibre.

Igualmente, se ha comprobado la influencia de este tipo de técnica sobre el desarrollo de la coloración externa de los frutos, siendo las mallas de color negro con un 50% y 75% de sombreo las que mostraron una mayor influencia sobre el acumulo de determinados pigmentos, como las betacianinas, que aportan al fruto un color más rojizo y homogéneo (Mditshwa et. al, 2016). Mditshwa et. al. (2016), Meena et al. (2016) y Moradi et al. (2022) observaron un color menos homogéneo en las granadas cultivadas sin cobertura, que presentaron un bajo contenido de antocianinas. La hipótesis planteada por estos autores fue la relación entre la temperatura de exposición del fruto bajo malla o sin cobertura y la síntesis de este tipo de compuestos. Moradi et al. (2022) obtuvo una concentración de antocianinas en torno a 0,21 g/kg en granadas cultivadas bajo mallas de sombreo verdes al 50%, casi el doble que el contenido del mismo pigmento en los frutos cultivados sin cobertura (0,11 g/kg). Además, ambos autores comprobaron que la utilización de mallas permitía obtener frutos con un mayor contenido en antioxidantes y compuestos fenólicos, obteniendo diferencias frente a los frutos control y los cultivados bajo malla verde.

5.2 Estrategias basadas en la aplicación de un régimen de riego deficitario controlado

Los recursos hídricos son cada día más limitados y por ello es importante fomentar el ahorro de agua, al mismo tiempo que se debe mantener el rendimiento y la calidad de los cultivos. Por este motivo, se aplican los regímenes de riego deficitario controlado durante las etapas fenológicas del árbol en las que este es menos sensible al estrés hídrico. Además, se ha observado que con la aplicación de estos regímenes se obtienen efectos positivos en la calidad del fruto, con una mejora del sabor asociada a un aumento del contenido de sólidos solubles (Laribi et al, 2013). Además, aunque Tarantino et al (2020) muestra que la aplicación de distintos regímenes de riego deficitario no influye significativamente en el desarrollo del color, otros autores también indican que estos tratamientos pueden mejorarlo e influir positivamente en otras cualidades del fruto como son los sólidos solubles totales y la acidez titulable (Galindo et al, 2017; Fialho et al, 2021; Mellisho et al, 2012; Volschenk, 2021).

Así como con muchas de las otras técnicas descritas, han sido varios los trabajos en los que se ha demostrado un efecto significativo sobre el contenido nutricional de los frutos, en el caso de la estrategia de RDC su influencia sobre la concentración de compuestos con actividad antioxidante no está del todo clara. La actividad antioxidante está influenciada por distintos factores como son el momento de la cosecha, la severidad de las restricciones de agua o la edad del árbol (Selahvarzi et al., 2017). Los resultados obtenidos en las diferentes investigaciones son en algunos casos, contradictorios. Por ejemplo, Laribi et al. (2013) demostraron un aumento de la actividad antioxidante en el zumo de granada aplicando un RDC durante la floración, mientras que Galindo et al. (2014) y Mellisho et al. (2012) observaron que la actividad antioxidante se mantenía constante bajo diferentes condiciones de riego deficitario. En el caso del color del fruto, Almutairi et al. (2021) observaron un descenso de los valores de las coordenadas a^* y b^* con la aplicación de un riego deficitario al 60% (3432 L/árbol). A su vez, Laribi et al. (2013) corroboraron estos resultados en granadas Mollar de Elche.

Además de en el color, también se ha demostrado el efecto de esta estrategia agronómica sobre otros parámetros de calidad como pueden ser el volumen y el tamaño del fruto. Galindo et al., (2014) y Mellisho et al (2012) comprobaron que un RDC aplicado al 32% o de forma sostenida, dio lugar a frutos de menor tamaño y volumen. Mientras que Centofanti et al, 2017 mostró que aplicando un RD del 35% no observa cambios significativos y Parvizi and Sepaskhah, 2016 también mostró que un riego deficitario al 25% no suponía ningún efecto sobre aspectos fisiológicos del fruto.

Esta técnica también se ha aplicado de forma combinada con otro tipo de tecnologías precosecha como puede ser la fertilización mineral. Se ha comprobado que un tratamiento de riego

con 100% de evapotranspiración junto con un 75% de fertilizante mineral + 25% de abono orgánico, permite aumentar el rendimiento del cultivo e incrementar la concentración de K, Na, P, Mg y de clorofila (Abdel-Sattar et al, 2021). Almutairi et al. (2021) demostraron que un régimen deficitario con un 80% de evapotranspiración controlada tuvo un efecto positivo en parámetros como el peso o el color del fruto. Por el contrario, otros autores (Tarantino et al. ,2020) en otras variedades no han observado ninguna influencia significativa aplicando diferentes regímenes, ni en la concentración de azúcares (glucosa y fructosa) ni en compuestos nutricionales como la vitamina C. Y a su vez, Okba et al.(2012) comprobó que un riego deficitario al 75% de agua magnetizada compensaba la salinidad de la zona de cosecha.

5.3 Aplicación de elicitores en precosecha

La aplicación precosecha de elicitores como herramienta para mantener la calidad de los productos vegetales ha despertado un gran interés entre la comunidad científica en los últimos años. En general, se denomina elicitor a aquellas moléculas consideradas fitohormonas o reguladores del crecimiento de las plantas, involucradas en diversos procesos fisiológicos y bioquímicos de los cultivos. En granada, así como en otros cultivos, se han considerado como una estrategia para mejorar distintos parámetros de calidad del fruto y reducir pérdidas postcosecha (García-Pastor et al, 2019; García-Pastor et al, 2020a; García-Pastor et al, 2020b; García-Pastor et al, 2020c; Hussein et al., 2023; Lalithya et al. 2013; Asghari, Merrikhi & Kavoosi, 2020; Saba & Zarei, 2019).

Según la bibliografía, los principales elicitores empleados en el cultivo del granado son el ácido jasmónico (JA), el metil jasmonato (MeJa), el ácido salicílico (SA), el metil salicilato (MeSa), el ácido acetilsalicílico (ASA), el ácido oxálico (OA) y el ácido abscísico (ABA). De forma general son aplicados mediante pulverización en árbol en varias etapas del desarrollo del fruto, aunque algunos trabajos (Hussein et al., 2023; Saba & Zarei, 2019), lo han hecho de forma puntual, en un solo momento de aplicación (15 días antes de la recolección de los frutos).

Respecto a los efectos específicos del metil jasmonato, han sido varios los autores (Serrano y Valero, 2022 y Saba & Zarei, 2019) que han demostrado que muchas propiedades físico-químicas del fruto poseen respuestas dosis dependientes. Asghari, Merrikhi & Kavoosi (2020) comprobaron un efecto significativo del MeJa aplicado en 0.5 mM concentración sobre la acidez titulable (los frutos tratados mostraron una mejor valor de acidez) y el contenido de sólidos solubles, que en este caso fue superior al obtenido en los frutos control, sin ningún tipo de tratamiento). Igualmente, García et al. (2019) observaron que con una dosis de 5 mmol/L se conseguía una reducción de la pérdida de peso, de la tasa respiratoria y de la acidez. Estos resultados concuerdan con lo concluido en otros estudios (García et al. (2020a)). Estos últimos autores también comprobaron un incremento

significativo en la concentración de antocianinas, así como en el contenido de compuestos con actividad antioxidante (García et al, 2020a). Esos mismos resultados fueron comprobados por Serrano y Valero (2022)., en un estudio llevado a cabo sobre granada de la variedad ‘Mollar de Elche’, y una aplicación MeJa en una dosis de 2 mM. Se observó un aumento en la concentración de vitamina C, fenoles totales y actividad antioxidante, respecto a los frutos control.

También se ha demostrado el efecto positivo de este compuesto frente al desarrollo de determinadas fisiopatías relacionadas con pérdidas de calidad del fruto, como pueden ser los daños por frío. Algunos autores han concluido que el tratamiento precosecha con metil jasmonato (MeJa) permite mantener en mayor medida la integridad de membrana, estrechamente relacionado con una menor susceptibilidad al desarrollo de daños por frío durante el almacenamiento postcosecha (García-Pastor et al, 2019; García-Pastor et al, 2020a; Serrano y Valero, 2022). Otros han comprobado que tratamientos combinados con diferentes compuestos como el ácido salicílico ayudan también a reducir este tipo de daño, incluso en mayor medida que aplicándolo de forma individual (García-Pastor et al, 2020a).

Asimismo, con la aplicación de elicitores como el MeJa, ASA o MeSa se consigue, además de aumentar el rendimiento de cultivo, adelantar la fecha de cosecha del fruto lo que puede tener un gran impacto económico (García-Pastor et al, 2020a; Serrano y Valero, 2022).

Además, algunas investigaciones han comprobado la influencia de este tipo de tratamientos sobre el metabolismo respiratorio del fruto, aspecto especialmente relevante sobre la aptitud del mismo para la conservación. García-Pastor et al, (2019) evaluaron la influencia del tratamiento de MeJa aplicado en 1, 5, y 10 mmol/L sobre la actividad respiratoria de la granada. En un estudio posterior, estos mismos autores comprobaron que aplicando un tratamiento de OA en una concentración de 1, 5 y 10 mM observaron que la tasa respiratoria también fue menor en aquellos frutos tratados. Este efecto se ve incrementado mediante la aplicación de elicitores como son el ácido oxálico (OA), metil jasmonato (MeJa), ácido acetilsalicílico (ASA) o metil salicilato (MeSa) (García-Pastor et al, 2020a; García-Pastor et al, 2020b; García-Pastor et al, 2020c).

Igualmente, la aplicación de estos tratamientos influye de forma significativa sobre la coloración del fruto. En la mayoría de los casos se observa un efecto sobre el desarrollo del color rojo más brillante de los arilos y también de la piel y zumo (García-Pastor et al, 2020a; García-Pastor et al, 2020b; Serrano y Valero, 2022).

Por último, han sido muchos los estudios que han demostrado el efecto de estos tratamientos sobre la concentración de compuestos de interés nutricional del fruto. Se ha comprobado que el ácido salicílico puede tener un efecto significativo positivo sobre la cantidad de fenoles totales y la concentración de antocianinas (El-all & Fouad, 2019; García-Pastor et al, 2020c). Este efecto también se ha observado en la aplicación de otros elicitores como el MeJa o MeSa sobre la concentración de 5mM y 0,086 g/kg en granadas de la variedad 'Mollar de Elche' (García-Pastor et al, 2020a; García-Pastor et al, 2020c).

5.4. Otras técnicas

La granada sufre de varios estreses tanto bióticos como abióticos, como pueden ser el agrietamiento de la fruta y lesiones por quemaduras solares. Estos afectan a la apariencia del fruto y reducen su valor comercial. Para mejorar la calidad del fruto, además de las técnicas más ampliamente aplicadas y descritas en apartados anteriores, en los últimos años se han venido aplicando diferentes tipos de herramientas como puede ser el embolsado individual del fruto, que ya es aplicado con éxito en otros tipos de cultivos, como el melocotón o la manzana. El embolsado de la granada es una herramienta recientemente estudiada por lo que las investigaciones existentes no son muy numerosas (Gethe et al.,2021).

Gethe et al. (2021) estudió el efecto del material de embolsado sobre la calidad del fruto en recolección. Comprobó que la bolsa de papel tipo pergamino permitió obtener frutos de mayor peso unitario (316,44 g vs. 260,68 g, en frutos embolsados frente a frutos control). Además se comprobó un aumento en la producción (25,68 kg/árbol vs. 13,8 kg/árbol en árboles con frutos embolsados y árboles testigo, respectivamente). Respecto a los materiales, después de la bolsa de pergamino, la que mejores resultados presentó fue la de papel de cocinado seguida de la de periódico inglés y de la de cartón (Gethe et al., 2021). Griñán et al. (2018) obtuvieron resultados similares, con un mayor peso de los arilos y combinado con un régimen de riego completo. Por el contrario, Legua et al. (2022) obtuvieron resultados contrarios. En su caso, no se observó ningún efecto positivo del embolsado ya que los frutos embolsados mostraron un peso inferior al de los frutos testigo.

Además de los parámetros anteriormente citados, algunas investigaciones (Gethe et al.,2021; Sarkomi et al.,2019; Shlomo, 2015) han comprobado una influencia significativa de este tipo de herramienta sobre la incidencia de diferentes tipos de fisiopatías como puede ser las quemaduras por sol o el agrietamiento. Además se ha observado un descenso en el contenido de ácido cítrico y de sólidos solubles y un aumento en la acidez titulable, relacionado con un menor índice de madurez (Griñán et al., 2018). Igualmente, otros autores (Griñán et al. 2018, Legua et al. 2022, Sarkomi et al.

2019) comprobaron el efecto de diferentes tipos de bolsas (de color marrón, blanco, de papel celulósico, monocapa o con brillo exterior) sobre un mayor o menor color amarillento en la piel del fruto. Las quemaduras por el sol y el agrietamiento son problemas que afectan a la granada en gran medida, produciendo una gran pérdida económica. La incidencia de estos se encuentra entre el 10 y 50%. Por ello, se están buscando soluciones para dichos problemas y entre ellas se puede encontrar la aplicación de películas de partículas como protección solar, reducen el pardeamiento por quemaduras solares al reducir la temperatura de la superficie de la fruta y la cantidad de radiación dañina UV-B que llega a las células epidérmicas. Tarabih (2020) estudió el efecto de la aplicación de dichas partículas junto al uso de mallas de sombreo y observó los mejores resultados con la aplicación de “Raynox Plus” al 2% con malla de sombreo (35%). Con el uso de este tratamiento se observa un mayor número de frutos (95 y 99 frutos/árbol), un aumento del peso del fruto (entre 447 y 459 g), un mayor rendimiento del cultivo (42,46 y 45,44 kg/árbol), valores más altos de ácido ascórbico (25,3 mg/ 100 ml de zumo) y de antocianinas (14,50 mg/ 100 ml de zumo). Mientras que con la aplicación de “Surround WP” al 3% se consigue un menor porcentaje de frutos con agrietamiento (0,3%) y menor acidez (1,23%), lo que coincide con los datos de Sharma, Datta & Varghese, 2018. Además, las granadas tratadas con “Surround WP” al 3% presentan un color más rojizo (19,5 % mayor) y niveles 17,4% más altos de contenido total de antocianinas, lo que incrementa su atractivo comercial (Sharma, Datta & Varghese, 2018; Khalil y Aly, 2013).

En la **Tabla 3** se muestra una clasificación de los artículos seleccionados para la revisión en función del tipo de estudio, así como un resumen de sus objetivos y sus resultados principales

Tabla 3. Tipo de estudio, objetivos, y principales resultados obtenidos en las publicaciones científicas seleccionadas para la revisión.

AUTOR	TIPO DE ESTUDIO	OBJETIVOS DEL ESTUDIO	RESULTADOS OBTENIDOS
Manja y Aoun, 2019	Revisión	Revisión bibliográfica sobre el efecto de varios tipos de redes en el microclima, el crecimiento y manejo de los árboles, la calidad del fruto, las enfermedades, los trastornos, las plagas de insectos y sobre aquellos insectos beneficiosos.	El uso de mallas de sombreo resultó útil en zonas cálidas donde las quemaduras de sol son más frecuentes. También ayudaron a incrementar la eficiencia del agua. Las respuestas del cultivo se pueden ver afectadas por factores como el tipo de red, el material y la estructura del sistema. Además, también es importante el color de la malla. El empleo de mallas redujo la aparición de desórdenes fisiológicos o quemaduras.
Mditshwa et al., 2019	Revisión	Evaluar el efecto del uso de mallas de sombreo sobre frutas subtropicales y establecer su efecto en la fisiología del árbol	Se observó que el uso de mallas de sombreo aumenta la humedad relativa y la humedad de las hojas. Además, su uso proporcionó un resultado deseado frente a trastornos externos y aunque algunas mallas de sombreo produjeron un retraso de la división de la fruta, así como sobre las quemaduras solares o daños por viento, su efecto sobre trastornos fisiológicos y de almacenamiento no se ha estudiado en gran medida. Mientras las mallas de sombreo de colores claros proporcionan mayor protección frente a condiciones adversas del medio ambiente, no parecieron tener efecto sobre la concentración de algunos pigmentos, como carotenoides o antocianinas.
Meena et al., 2016	Primario	Estudio de la aplicación de mallas de sombreo, sprays reflectantes, nebulizadores y aspersores y su efecto sobre el rendimiento y la calidad comercial del fruto.	Los frutos cultivados bajo malla de sombreo de color rojo mostraron un peso mayor del fruto, longitud, peso del arilo y porcentaje de zumo. Además, también se observó un aumento en el peso del fruto y en el rendimiento con el uso de microaspersores. Aquellos frutos control, a los cuales no se les aplicó ninguna malla de sombreo ni microaspersión, presentaron una mayor acidez y contenido de ácido ascórbico.
Moradi et al., 2022	Primario	Estudio de la influencia de la aplicación de una malla verde de sombreo antes de la cosecha y tratamientos postcosecha de ácido salicílico (AS) o agua caliente (HW) sobre parámetros de calidad del fruto y contenido de compuestos bioactivos de granada cv. Ghoghagh, tanto en el momento de cosecha como durante su almacenamiento postrecolección.	Los frutos cultivados bajo una malla de sombreo presentaron un menor blanqueamiento o palidez de los arilos, quemaduras solares y porcentaje de agrietamiento. Y la aplicación de una malla verde de sombreo al 50% junto con el tratamiento poscosecha con SA a 2 mM resultó en un mayor contenido total de antocianinas y ácido ascórbico y también, dió menores lesiones por frío.
Galindo et al., 2017	Primario	Determinar si la etapa fenológica de maduración del fruto de la granada es un período crítico o no desde el punto de vista del	Se observó que un periodo corto de riego deficitario al final de la maduración, retrasa la cosecha de la fruta, permite un importante ahorro de

		rendimiento, si la respuesta de la granada a la restricción de agua durante la maduración depende del punto en el que se produce el estrés hídrico, y evaluar si las restricciones durante la etapa de maduración tienen efectos secundarios en las características y composición de la fruta.	agua y consigue aumentar el contenido en compuestos bioactivos. También se comprobó un aumento en la intensidad de color rojo del fruto.
Laribi et al.,2013	Primario	Determinar los efectos del riego deficitario sobre la calidad de la fruta, desórdenes fisiológicos y el deterioro durante el almacenamiento en refrigeración	Se aplicó el 25% del RDC observando un efecto significativo en el contenido de SSC que fue mayor en los frutos sometidos a esta tecnología. Igualmente, la intensidad de color rojo fue también superior. Se comprobó que, si el RDC es aplicado durante los meses de verano, la concentración de compuestos bioactivos en el fruto aumenta
Volschenk, 2021	Revisión	Examinar el efecto del RDC en la fisiología, fenología, crecimiento vegetativo del árbol, crecimiento del fruto, rendimiento y calidad del fruto y del producto.	El RDC produjo una disminución del crecimiento vegetativo, y si se aplicaba durante varias temporadas podía tener un efecto acumulativo sobre el desarrollo del dosel y, a largo plazo, afectar a la productividad. La floración y fructificación, en comparación con la etapa de crecimiento de la fruta y maduración, parecieron ser un período menos crítico para la aplicación de estrategias de ahorro de agua. Respecto a los efectos en la piel de fruta, el color del zumo y el contenido de compuestos bioactivos, no se pudo concluir un efecto significativo ya que se obtuvieron resultados contradictorios.
Centofati et al., 2017	Primario	Estudiar el efecto del riego deficitario sobre el contenido nutricional del fruto.	Es necesario llevar a cabo más investigaciones y estudios que profundicen sobre los efectos del RDC en los parámetros nutricionales del fruto. Los resultados de este estudio fueron contradictorios.
Selahvarzi et al., 2017	Primario	Evaluar el efecto de dos tipos de riego deficitario (riego deficitario regulado y riego deficitario sostenido) en la fecha de floración de la granada y su influencia sobre los parámetros de calidad de la fruta y su rendimiento.	La aplicación de RDC dio como resultado el ahorro de agua y la supresión del crecimiento de los brotes. También, provocó la disminución de la duración del período de floración ya que retrasó su primera etapa y a su vez, aceleró las siguientes. Además, se observó un aumento en el peso del fruto y en la relación arilo/piel. La aplicación de un riego deficitario sostenido produjo un menor número de flores y un crecimiento de frutos dañados.

Mellisho et al., 2012	Primario	Estudio del efecto del riego deficitario sobre las características químicas y físicas de la granada	El régimen de riego deficitario afectó de forma negativa sobre el rendimiento de cultivo, provocando una disminución en el crecimiento del fruto y un menor rendimiento. Además también se observaron cambios en el color y en la composición química del fruto.
Parvizi and Sepaskhah, 2016	Primario	Estudiar las respuestas fisiológicas y de crecimiento de la granada frente a un riego deficitario medio y severo	El riego pudo gestionarse mediante la estrategia del secado parcial de la zona de la raíz (PRD) con un 25% menos de requerimiento de agua de riego sin ningún impacto negativo sobre la respuesta fisiológica y agronómica en comparación con aquella no sometida a estrés. La PRD75 fue seleccionada como la mejor estrategia para la máxima productividad del campo y del agua. En este caso las distintas estrategias de PRD y de RDC no afectaron al crecimiento del fruto ya que este se vio más influenciado por la temperatura ambiente. El aumento de la temperatura ambiente y del tiempo cálido es la razón de la disminución de la tasa de crecimiento del fruto durante los días 95-105 después de la inicio de la brotación.
Okba et al., 2012	Primario	Mejorar el crecimiento, la productividad y la calidad de la granada 'Taifi', que crece en suelos salinos y bajo riego deficitario.	El tratamiento específico aplicado a la cosecha (agua magnetizada y aspersión foliar de prolina (200 mg/L) al 75 % de los requerimientos de agua del cultivo (11,86 m ³ /árbol*temporada) compensó la salinidad del suelo consiguiendo una fruta de buena calidad.
Almutairi et al., 2021	Primario	Estudiar el efecto por separado y combinado de varios regímenes de riego y tratamientos fertilizantes en la calidad de la granada	La aplicación del régimen de riego deficitario (60% riego deficitario controlado) supuso una disminución en el calibre del fruto, afectando también de forma significativa al color externo. La aplicación de un tratamiento fertilizante 75%mineral + 25% orgánico mostró los mejores resultados, viéndose los resultados más altos para propiedades como el color del árido o el volumen del fruto.
Fialho et al., 2021	Primario	Evaluar el efecto de las distintas estrategias de riego sobre diferentes características físico-químicas como son el contenido total de fenoles, contenido total de sólidos solubles, pH, la firmeza de los áridos o la actividad antioxidante. Las distintas estrategias de riego empleadas fueron un riego con	La aplicación de un régimen de riego deficitario controlado durante la etapa de maduración del fruto no tuvo ningún efecto negativo. El contenido de sólidos solubles aumentó y la actividad antioxidante de los áridos también fue más alta que la obtenida en los frutos que habían sido cultivados con un régimen de riego convencional.

		100% de evaporación del cultivo (ETc), y después dos estrategias RDC donde se aplicaba el 25% de ETc.	
Tarantino et al., 2020	Primario	Evaluar los efectos de cuatro estrategias distintas de riego (100, 75, 50, y 25% de la evapotranspiración máxima del cultivo – ETc) sobre las propiedades químicas, físicas y fitoquímicas de la granada, sus arilos y su zumo.	Se obtuvo que, con una menor aplicación de agua, el peso y tamaño del fruto, y el número de arilos disminuían significativamente. No se observaron diferencias significativas respecto a los sólidos solubles, pH, color en arilos y jugo. Igualmente, la acidez total, el índice de madurez, la vitamina C, la glucosa y la fructosa no se vieron afectados. Sin embargo, el contenido de fenoles y la actividad antioxidante en los zumos fue mayor en las muestras sometidas a los tratamientos RDC que en las sometidas a riego completo, mostrando el valor más alto al 50% de ETc. Se encontró el mismo efecto para otros compuestos como las antocianinas delphinidin-3,5-diglucósido y delphinidin-3-glucósido. Compuestos no antocianínicos, como las punicalaginas y la pedunculagina se encontraron una mayor concentración en las muestras de ETc al 75%.
Abdel-Sattar et al., 2021	Primario	Investigar el efecto de la aplicación combinada del riego deficitario y la aplicación de fertilizantes como abono orgánico o fertilizantes minerales.	La máxima eficiencia en el uso del agua se obtuvo con el tratamiento 80% ETo combinado con 75% fertilizante mineral + 25% abono orgánico, obteniendo valores de 9,69 y 10,06 kg de agua/m ³ , respectivamente. Los resultados obtenidos demostraron que la aplicación de una reducida cantidad de fertilizante mineral en combinación con abono orgánico y un riego deficitario, tienen un efecto positivo significativo sobre el rendimiento y producción del cultivo.
El-all & Fouad, 2019	Primario	Examinar la influencia del ácido ascórbico (ASA), ácido giberélico (GA3) y ácido salicílico (SA) sobre el rendimiento y calidad del fruto y la población de pulgones en la granada.	El crecimiento y desarrollo de la granada dependía en gran medida de las fitohormonas que controlaban los procesos metabólicos y la tolerancia al estrés biótico y abiótico. La aplicación de SA provocó un aumento en el peso de la fruta, azúcares totales. Esto pudo deberse al aumento de pigmentos de fotosíntesis, azúcares transportadores y la longitud de la raíz de la planta. Además, dicha aplicación también supuso una mejora en el rendimiento comercial, en el diámetro de fruto, SST, y la reducción de la acidez y agrietamiento del fruto. Por lo que, el ácido salicílico se contempló como la mejor solución respecto a la infestación por pulgones.
Serrano y Valero, 2022	Revisión	Revisión bibliográfica sobre diferentes tipos de estrategias, tanto pre como postcosecha para el cultivo y la conservación de la granada. Como estrategias post-cosecha se incluye la aplicación de elicitores y otras técnicas como el almacenamiento en refrigeración o a la	El empleo de elicitores como MeJA, SA, ASA, MeSA, o melatonina, mejoró la calidad de la fruta y además, alarga su vida útil. También, se observó un aumento en la actividad antioxidante.

		temperatura que se considere adecuada. Y la aplicación de elicitors también se observa como tratamiento precosecha.	
García-Pastor et al., 2019	Primario	Análisis de los efectos de diferentes tratamientos con metil jasmonato sobre los atributos de la calidad del fruto.	La fruta tratada con metiljasmonato en campo presentó una menor pérdida de peso y de firmeza, así como un metabolismo respiratorio menos acelerado durante su conservación poscosecha.
García-Pastor et al., 2020a	Primario	Evaluación del efecto de la aplicación de metil jasmonato sólo o en combinación, aplicado tanto en campo como en postcosecha sobre la composición de los ácidos grasos en las membranas celulares.	Se observó que la combinación de los tratamientos pre y post-cosecha ayudaba a mejorar la calidad de la fruta obtenida. El efecto más significativo se comprobó sobre el contenido de compuestos de interés nutricional con actividad antioxidante. Las granadas que habían sido tratadas en campo con metil jasmonato pre y post-cosecha, mostraron un aumento de su actividad antioxidantes, así como la mejora de otros parámetros como la calidad del fruto y de los arilos.
García-Pastor et al., 2020b	Primario	Estudio de la influencia de tratamientos precosecha con ácido oxálico sobre el calibre del fruto, su metabolismo respiratorio y otros parámetros fisicoquímicos de la granada como el contenido de sólidos solubles totales, la concentración de ácido tartárico, el índice de maduración...etc..	La aplicación del ácido oxálico influyó de forma notable sobre el desarrollo y maduración del fruto, adelantando la fecha de recolección. Igualmente, las granadas sometidas a tratamientos con ácido oxálico en 10 mM mostraron un mayor contenido de compuestos bioactivos que las granadas sin tratar.
García-Pastor et al., 2020c	Primario	Estudio del efecto de diferentes tipos de tratamientos previos a la cosecha como el ácido salicílico, ácido acetil salicílico o metil salicilato sobre el crecimiento y maduración de la fruta, así como sobre su calidad comercial.	El tratamiento precosecha con ácido salicílico aumentó el rendimiento de los cultivos y además, mejoró ciertos parámetros de calidad como el contenido en fenoles, antocianinas o ácido ascórbico. Se observó que el tratamiento de ácido salicílico a 10 mM mejora la calidad del fruto y su contenido en compuestos bioactivos. Mientras la aplicación de otros tratamientos como ácido acetil salicílico o metil salicilato también presentaron efectos positivos frente a aspectos como la actividad antioxidante, el mayor efecto se observa con la aplicación de ácido salicílico a 10 mM.
Lalithya et al., 2013	Primario	Evaluar el efecto de los reguladores del crecimiento vegetal (PGR) y moléculas como paclobutrazol o ácido salicílico en la incidencia de una enfermedad bacteriana, además de su impacto en el rendimiento y productividad en condiciones de áreas endémicas de enfermedades.	Todos los frutos tratados presentaron una mayor actividad antioxidante, productividad o contenido de antocianinas que aquellos que no habían sido tratados
Asghari, Merrikhi &	Primario	Estudiar el efecto del MeJa sobre la acumulación de compuestos	El tratamiento con MeJA 0,5 mM resultó ser una estrategia y práctica eficaz

Kavoosi, 2020		fenólicos y sobre los cambios postcosecha.	para mejorar el rendimiento, la calidad y el contenido fitoquímico de la granada.
Hussein et al., 2023	Primario	Mejorar el color de los arilos y la calidad del fruto de la granada "Wonderful" en condiciones climáticas semiáridas mediante pulverización con ácido abscísico y jasmónico durante la campaña.	El ácido abscísico fue capaz de mejorar la calidad del fruto de la granada, ya que controló la acidez y mejoró el color de los arilos. La pulverización de ácido abscísico a 800 mL/ug 3 semanas antes de la cosecha fue eficaz en cuanto a parámetros como el peso del fruto, la calidad comercial global y el color externo del fruto.
Saba & Zarei, 2019	Primario	Investigar el impacto del tratamiento con MeJA aplicado en precosecha sobre los parámetros de calidad del fruto y estudiar su papel en la prevención del desarrollo de daños por frío durante la conservación.	Los frutos tratados con MeJA mostraron unos valores más altos de vitamina C, antocianinos, flavonoides y coordenada de color a* en los arilos. Además, se comprobó una menor incidencia de daños por frío.
Gethe et al., 2021	Primario	Evaluar la eficacia de distintos métodos de embolsado sobre diferentes parámetros como el peso del fruto, la presencia de desórdenes fisiológicos y el desarrollo de enfermedades en el fruto,	Se obtuvo una influencia significativa de las diferentes técnicas de embolsado sobre el peso y rendimiento del fruto. Además, los frutos embolsados con material de pergamino mostraron una elevada infestación de cochinillas. En el resto de parámetros no se comprobó la influencia de ningún tipo de embolsado utilizado.
Griñan et al., 2018	Primario	Estudiar la aptitud de una estrategia combinada de la técnica de embolsado y el control de riego para obtener frutos de granada de calidad. Evaluar su influencia sobre las características organolépticas.	El embolsado mostró un efecto significativo sobre el desarrollo del fruto en el árbol, ralentizando su crecimiento y maduración. Por otro lado, se comprobó un efecto positivo sobre el contenido de compuestos con actividad antioxidante, así como un efecto protector frente al desarrollo de quemaduras en la piel.
Sarkomi et. al, 2019	Primario	Investigar el efecto del embolsado con bolsas de diferentes colores respecto a las quemaduras por el sol y los atributos de calidad de la granada	Se concluyó que el embolsado del fruto en agosto es más efectivo que si se realiza en julio ya que el porcentaje de fruto con quemaduras solares y agrietados es menor. Además, el color de la bolsa influyó sobre la incidencia y severidad de diferentes desórdenes fisiológicos y promovió un mejor color externo de la piel. El mejor resultado se observó en aquellos frutos con bolsa blanca ya que presentaban un menor grado de quemaduras y una mejor coloración que aquellas protegidas por bolsas marrones.
Shlomo, 2015	Primario	Estudio de la eficiencia del embolsado de la granada	Se observó un mayor porcentaje de frutas exportables en aquellos lotes en los que los frutos habían sido embolsados durante el cultivo. Sin embargo, también se comprobó que alguno de los frutos embolsados presentaban el desarrollo de mohos y una elevada incidencia de podredumbres.

Legua et al., 2022	Primario	Estudio del efecto del embolsado en las características bioquímicas y morfológicas de la fruta, en particular en dos nuevas variedades que se están cultivando en el sur de España.	Se observó que el embolsado reducía el tamaño de la fruta. Respecto a parámetros químicos, este afecta a los sólidos solubles totales, glucosa, α punicalagina, $\alpha + \beta$ punicalagina y ácido elágico, mientras que no presentaba ningún efecto frente al pH, TA, ABTS, DPPH, FRAP, fenoles totales, fructosa, ácido cítrico, málico y quínico, β punicalagina y antocianinas. Mientras que el color interno no se vio afectado por esta técnica, el embolsado favoreció el desarrollo de tonos amarillentos en la piel del fruto. Además, se comprobó que esta técnica consigue inhibir el desarrollo de plagas y de alteraciones de tipo fisiológico.
Tarabih, 2020	Primario	Evaluar la aplicación de tratamientos como Surround WP® y Raynox® (película de partículas que actúa reduciendo el pardeamiento de la fruta al disminuir la temperatura de la superficie de la fruta y la cantidad de radiación dañina que llega a las células epidérmicas) en combinación con mallas de sombreo.	De los tratamientos aplicados, la malla de sombreo pálida al 35% SN fue la que dio lugar a los mejores resultados. Además, el tratamiento con Surround WP® 3% (35% SN) consiguió prevenir quemaduras solares, el agrietamiento de los frutos y la prolongación de la vida útil.
Sharma, Datta & Varghese, 2018	Primario	Analizar el efecto del tratamiento "Surround WP" (basado en una película de partículas que actúa como barrera protectora frente a la radiación solar), aplicado en una concentración al 3% sobre la variedad de granada 'Kandhari' respecto a las quemaduras por sol, el agrietamiento, el estrés biológico y la calidad del fruto.	El tratamiento aplicado consiguió reducir la incidencia de quemaduras por el sol y agrietamiento. También, se consiguió mejorar la homogeneización del color de la piel y aumentar la concentración de antocianinas, lo que implica un aumento de su valor comercial.
Khalil y Aly, 2013	Primario	Estudio del efecto de sprays precosecha sobre reguladores del crecimiento y absorción de nutrientes, así como diferentes parámetros de calidad comercial del fruto	Se observó un menor porcentaje de agrietamiento gracias a la aplicación del tratamiento, además de una mejora en todos los parámetros referentes a la calidad.

6. CONCLUSIONES

1. La mayoría de las innovaciones agronómicas estudiadas en los últimos años permiten aumentar el rendimiento del cultivo y mejorar la calidad del fruto, aunque en algunos casos será necesario tener en cuenta la influencia de otros factores como pueden ser el efecto de las condiciones medioambientales o el efecto varietal.
2. Todas las técnicas evaluadas protegen al fruto de las condiciones climáticas adversas o desarrollo de desórdenes fisiológicos, que reducirían su valor comercial. Por ejemplo, las mallas de sombreo resultan beneficiosas frente a condiciones ventosas, mejorando además el rendimiento de cultivo. Los tratamientos con elicitores en campo son capaces de aumentar la tolerancia del producto a los daños por el frío durante el almacenamiento. El riego deficitario controlado, de forma genérica, permite obtener frutos de coloración más homogénea.
3. El uso de mallas de sombreo sobre los árboles permite controlar el desarrollo de una de las fisiopatías más comunes de la granada, la quemadura por sol. La presencia de las mallas (independientemente del color) reduce la intensidad solar, lo que puede llegar a tener también un efecto significativo sobre el contenido nutricional del fruto, concretamente sobre la concentración de compuestos fenólicos.
4. La aplicación de tratamientos con elicitores permite aumentar la tolerancia del fruto al desarrollo de daños por frío durante su conservación postcosecha. Igualmente, consigue ralentizar su metabolismo respiratorio, así como aumentar el calibre de los frutos en cosecha. Por último, también se ha comprobado una mejora en la coloración, tanto del fruto como del zumo.
5. El riego deficitario controlado es una de las técnicas más empleadas actualmente en el cultivo de granada. Además de sus efectos beneficiosos sobre la calidad comercial o nutricional del fruto, su menor impacto ambiental (optimización de los recursos hídricos) hace que sea considerada una de las innovaciones agronómicas con mayor potencial. Si bien es cierto, que en muchos casos sí que se han comprobado efectos significativos positivos sobre la coloración o el contenido de compuestos antioxidantes, en determinadas variedades o condiciones su efecto no ha sido el mismo, por lo que es necesario seguir optimizando sus condiciones de aplicación.
6. El embolsado del fruto es una técnica precosecha aplicada en otro tipo de cultivos hace tiempo. Son escasos los estudios realizados en granada hasta el momento, pero los

resultados obtenidos son prometedores en términos de calidad comercial y relacionados con el control de la aparición de agrietamientos o quemaduras por el sol.

Conclusions

1. Most of the agronomic innovations studied in recent years allow increasing crop yield and improving fruit quality, although in some cases it will be necessary to take into account the influence of other factors such as the effect of environmental conditions or the varietal effect.
2. All the evaluated techniques protect the fruit from adverse climatic conditions or the development of physiological disorders, which would reduce its commercial value. For example, shading nets are beneficial against windy conditions, also improving crop yield. Treatments with elicitors in the field are capable of increasing the tolerance of the product to cold damage during storage. And controlled deficit irrigation, generically, allows obtaining fruits with a more homogeneous coloration.
3. The use of shading nets on the trees allows controlling the development of one of the most common physiopathies of the pomegranate, sunburn. The presence of nets (regardless of color) reduces solar intensity, which can also have a significant effect on the nutritional content of the fruit, specifically on the phenolic compounds concentration.
4. The application of treatments with elicitors allows to increase the tolerance of the fruit to the development of cold damage during its postharvest storage. Likewise, it manages to slow down its respiratory metabolism, as well as increase the size of the fruits at harvest. Finally, an improvement in coloration has also been verified, both in fruit and juice.
5. Controlled deficit irrigation is one of the most widely used techniques currently in the cultivation of pomegranate. In addition to its beneficial effects on the commercial or nutritional quality of the fruit, its lower environmental impact (optimization of water resources) makes it to be considered as one of the agronomic innovations with the greatest potential. Although it is true that in many cases significant positive effects have been verified on the coloration or the content of antioxidant compounds, in certain varieties or conditions their effect has not been the same, so it is necessary to continue optimizing their application conditions.
6. The bagging of the fruit is a pre-harvest technique that has been applied in other types of crops for a long time. There are few studies carried out in pomegranate so far, but the obtained results are promising in terms of commercial quality and terms related to the control of the appearance of cracks or sunburns.

7. VALORACIÓN PERSONAL

De acuerdo a la Guía Docente se va a proceder a la evaluación personal del Trabajo de Fin de Grado y de lo aprendido en su planificación y desarrollo:

Considero haber adquirido grandes destrezas en este Trabajo de Fin de Grado ya que esto me ha aportado una serie de habilidades que me resultaran muy útiles en mi futuro laboral. Entre estas habilidades, podemos destacar la búsqueda de datos en diferentes bases y saber establecer unos criterios de búsqueda correctos. Además, al tratarse de una revisión bibliográfica he podido ser más autónoma y organizar mi tiempo de trabajo, lo que me ha sido muy útil durante este último año académico. Otros de los beneficios que he obtenido ha sido ampliar mi conocimiento sobre el cultivo de la granada, ya que era un mundo que yo no conocía con tanta profundidad.

Por otra parte, quiero dar las gracias a Esther Arias y David Gimeno, que me han ayudado y apoyado en todo momento durante este Trabajo de Fin de Grado.

8. BIBLIOGRAFÍA

Abdel-Sattar, M. et al. (2021) Impact of organic manure on fruit set, fruit retention, yield, and nutritional status in pomegranate (*Punica granatum* L. "Wonderful") under water and mineral fertilization deficits. *PeerJ*, 9, e10979.

Almutairi, K. F. et al. (2021) Co-application of mineral and organic fertilizers under deficit irrigation improves the fruit quality of the wonderful pomegranate. *PeerJ*, 9, e11328.

Asghari, M., Merrikhi, M., & Kavoosi, B. (2019). Methyl Jasmonate foliar spray substantially enhances the productivity, quality and phytochemical contents of pomegranate fruit. *Journal of Plant Growth Regulation*, 39(3), 1153-1161.

Base de Datos Española de Composición de Alimentos, BEDCA (2023). BEDCA. Disponible en: www.bedca.net [Consultado 16/03/2023]

Calín A. y Carbonell A., (2011) *La fruta granada cultivada en España punicalagina antioxidante del zumo de granada y el extracto de granada en la alimentación funcional del futuro: Granada Mollar Elche*. GRANATUM PLUS.

Carrión-Antolí, A. et al. (2022). Melatonin pre-harvest treatments leads to maintenance of sweet cherry quality during storage by increasing antioxidant systems. *Frontiers in Plant Science*, 13.

Centofanti, T. et al. (2017) Deficit irrigation strategies and their impact on yield and nutritional quality of pomegranate fruit. *Fruits*, 72(1), 47-54.

Chai, Q. et al. (2015). Regulated deficit irrigation for crop production under drought stress. a review. *Agronomy for Sustainable Development*, 36(1).

InfoAgro (2019). InfoAgro. Disponible en: https://www.infoagro.com/documentos/el_cultivo_del_granado.asp [Consultado 23/04/2023].

El-All, E. H. A. & Fouad, H. A. (2019). Foliar application of gebbrilic and salicylic acids improves fruit quality and yield and reduces aphid population in pomegranate (*Punica granatum* L.). *Journal of Plant Production*.

Fialho, L. et al. (2021) Effect of regulated deficit irrigation on pomegranate fruit quality at harvest and during cold storage. *Agricultural Water Management*, 251, 106869.

Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, MAPA (2023). Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Disponible en: https://www.mapa.gob.es/es/agricultura/temas/producciones-agricolas/frutas-y-hortalizas/informacion_general.aspx [Consultado 23/04/2023].

Galindo, A. et al. (2017) Water stress at the end of the pomegranate fruit ripening stage produces earlier harvest and improves fruit quality. *Scientia Horticulturae*, 226, 68-74.

García-Pastor, M. et al. (2019) Preharvest application of methyl jasmonate increases crop yield, fruit quality and bioactive compounds in pomegranate 'Mollar de Elche' at harvest and during postharvest storage. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 100(1), 145-153.

García-Pastor, M. et al. (2020a) Preharvest or a combination of preharvest and postharvest Treatments with methyl jasmonate reduced chilling injury, by maintaining higher unsaturated fatty acids, and increased ARIL colour and phenolics content in pomegranate. *Postharvest Biology and Technology*, 167, 111226.

García-Pastor, M. et al. (2020b) Preharvest application of oxalic acid improved pomegranate fruit yield, quality, and bioactive compounds at harvest in a Concentration-Dependent manner. *Agronomy*, 10(10), 1522.

García-Pastor, M. et al. (2020c) The effects of salicylic acid and its derivatives on increasing pomegranate fruit quality and bioactive compounds at harvest and during storage. *Frontiers in Plant Science*, 11.

García-Viguera, C. & Pérez-Vicente, A. (2004). La granada alimento rico en polifenoles antioxidantes y bajo en calorías. *ANS. Alimentación, nutrición y salud*, 11(4), 113-120.

Guerrero-Solano, J. et al. (2020) *Punica protopunica* balf., the forgotten sister of the common pomegranate (*Punica granatum* L.): Features and Medicinal Properties—A review. *Plants*, 9(9), 1214.

Griñán, I. et al. (2018) Effect of preharvest fruit bagging on fruit quality characteristics and incidence of fruit physiopathies in fully irrigated and water stressed pomegranate trees. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 99(3), 1425-1433.

Hussein, A. S. et al. (2023). Exogenous pre-harvest application of abscisic and jasmonic acids improves fruit quality by enhancing sugar synthesis and reducing acidity in pomegranate (*Punica granatum* L. Cv. Wonderful). *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 23(2), 2237-2246.

Lalithya, KA et al. (2017) Plant growth regulators and signal molecules enhance resistance against bacterial blight disease of pomegranate. *Journal of Phytopathology*, 165(11-12), 727-736.

Laribi, A. et al. (2013) Effect of sustained and regulated deficit irrigation on fruit quality of pomegranate CV. 'Mollar de Elche' at harvest and during cold storage. *Agricultural Water Management*, 125, 61-70.

Legua, P. et al. (2022) Influence of fruit bagging technique on the morphometric and biochemical characteristics of two pomegranate varieties (*Punica granatum* L.). *Food Chemistry: Molecular Sciences*, 4, 100112.

Manja, K., & Aoun, M. (2019) The use of nets for tree fruit crops and their impact on the production: a review. *Scientia Horticulturae*, 246, 110-122.

Martínez-Esplá, A. et al. (2014). Preharvest application of oxalic acid increased fruit size, bioactive compounds, and antioxidant capacity in sweet cherry cultivars (*Prunus avium* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 62(15), 3432-3437.

Mditshwa, A. et al. (2019) Shade netting on subtropical fruit: effect on environmental conditions, tree physiology and fruit quality. *Scientia Horticulturae*, 256, 108556.

Meena, V. S. et al. (2016) Effect of coloured shade nets on yield and quality of pomegranate (*Punica granatum*) Cv. mridula in semi-arid region of Punjab. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 86(4).

Mellisho, C. et al. (2012) Pomegranate (*Punica granatum* L.) fruit response to different deficit irrigation conditions. *Agricultural Water Management*, 114, 30-36.

M'henni (2015) Flor de planta. Disponible en:

<https://www.flordeplanta.com.ar/frutales/granado-cultivo-suelos-y-riego/> [Consultado 28/02/2023]

Mira, S. (2019). Zumo de granada. Disponible en:

<https://zumodegranada.com/zumo-de-granada/el-resurgimiento-del-primer-fruto-que-el-hombre-cultivo/> [Consultado 20/08/2023].

Moradi, S. et al. (2022) Combination effects of preharvest tree net-shading and postharvest fruit treatments with salicylic acid or hot water on attributes of pomegranate fruit. *Scientia Horticulturae*, 304, 111257.

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OECD) (2014). The Organization for Economic Cooperation and Development. Disponible en: <https://www.oecd.org/> [Consultado 12/05/2023].

Okba, S. K. et al. (2022) Magnetized water and proline to boost the growth, productivity and fruit quality of 'Taifi' pomegranate subjected to deficit irrigation in saline clay soils of Semi-Arid Egypt. *Horticulturae*, 8(7), 564.

Parvizi, H. & Sepaskhah, A. R. (2016) Physiological and growth responses of pomegranate tree (*Punica granatum* (L.) Cv. rabab) under partial root zone drying and deficit irrigation regimes. *Agricultural Water Management*, 163, 146-158.

Quiñones, M., Miguel, M., & Aleixandre, A. (2012). Los polifenoles, compuestos de origen natural con efectos saludables sobre el sistema cardiovascular. *Nutricion Hospitalaria*, 27(1), 76-89.

FreshPlaza (2022). FreshPlaza. Disponible en: <https://www.freshplaza.es/article/9483353/resumen-del-mercado-global-de-la-granada/> [Consultado 20/08/2023].

Saba, M. K., & Zarei, L. (2019). Preharvest methyl jasmonate's impact on postharvest chilling sensitivity, antioxidant activity, and pomegranate fruit quality. *Journal of Food Biochemistry*, 43(3), e12763.

Sarkomi, F. H., Moradinezhad, F., & Khayyat, M. (2019) Pre-harvest bagging influences sunburn, cracking and quality of pomegranate fruits. *Journal of Horticulture and Postharvest Research*, 2(2), 131-142.

Selahvarzi, Y. et al. (2017) Effect of deficit irrigation on flowering and fruit properties of pomegranate (*Punica granatum* Cv. Shahvar). *Agricultural Water Management*, 192, 189-197.

Serrano, M., & Valero, D. (2022). Role of tree elicitor treatment on crop yield and pomegranate fruit quality parameters and bioactive compounds. *Acta horticulturae*, 1349, 133-138.

Sharma, R., Datta, S., & Varghese, E. (2018) Effect of Surround WP®, a kaolin-based particle film on sunburn, fruit cracking and postharvest quality of 'Kandhari' pomegranates. *Crop Protection*, 114, 18-22.

Shlomo, M. (2015) Efficiency of bagging pomegranate fruits. *Acta horticulturae*, 1089, 485-488.

Tarabih, M. (2020) Utilization of sunscreen particles film with shading to control sunburn and fruit cracking of wonderful pomegranate. *Journal of Environmental Science and Technology*, 13(2), 69-85.

Tarantino, A. et al. (2020) Bioactive compounds and quality evaluation of 'Wonderful' pomegranate fruit and juice as affected by deficit irrigation. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 100(15), 5539-5545.

Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa (UNECE) (2021). United Nations Economic Commission for Europe. Disponible en: <https://unece.org/> [Consultado 12/05/2023].

Volschenk, T. (2021) Effect of water deficits on pomegranate tree performance and fruit quality – a review. *Agricultural Water Management*, 246, 106499.

Xu, C. et al, (2019). Increasing impacts of extreme droughts on vegetation productivity under climate change. *Nature Climate Change*, 9(12), 948-953.

Zarfeshany, A. et al. (2014). Potent health effects of pomegranate. *Advanced Biomedical Research*, 3(1), 100.